



Jeux d'enseignement/apprentissage sur un lieu de médiation scientifique. Une étude de cas sur les sables mouvants

Catherine Goujon

► To cite this version:

Catherine Goujon. Jeux d'enseignement/apprentissage sur un lieu de médiation scientifique. Une étude de cas sur les sables mouvants. Spirale - Revue de Recherches en Éducation , 2015, Varia, 55, pp.95-119. hal-01227586

HAL Id: hal-01227586

<https://hal.science/hal-01227586>

Submitted on 11 Nov 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

JEUX D'ENSEIGNEMENT/APPRENTISSAGE SUR UN LIEU DE MÉDIATION SCIENTIFIQUE

UNE ÉTUDE DE CAS SUR LES SABLES MOUVANTS

Résumé : Le travail présenté ici concerne l'intervention de scientifiques auprès du grand public. Nous étudions le cas de la rencontre d'une physicienne spécialiste des milieux granulaires avec un groupe familial lors d'un atelier à la Fête de la science. Le thème abordé est celui des sables mouvants, à l'aide d'un modèle analogique de sable mouvant et d'un poster explicatif. Nous interrogeons, dans une perspective didactique, l'action de la scientifique engagée dans l'animation du stand et les savoirs en jeu, en nous appuyant sur la théorie de l'action conjointe en didactique ainsi que sur les systèmes de ressources. Notre analyse se base sur des films d'étude réalisés sur les lieux de l'action pendant la rencontre. Elle est développée en deux temps : une première description « en langage commun », une seconde dans le langage de nos cadres théoriques. Nos résultats font apparaître, au-delà des artefacts matériels du stand, des ressources telles que le corps de la physicienne et des références non scientifiques (cinéma). Le corps est aussi un des instruments sémiotiques au service de l'orchestration du système de ressources. Le libre choix du public est illustré par des comportements différents des membres de la famille, liés à leur intérêt et à leur compréhension de la situation.

Mots-clés : théorie de l'action conjointe en didactique (TACD), ressource, événement scientifique, sables mouvants, sciences, libre choix, sémiose, proxémique.

INTRODUCTION

Notre étude concerne l'enseignement et l'apprentissage d'un savoir en dehors de l'institution scolaire². Elle prend appui sur un épisode de médiation scientifique lors de la Fête de la science à Rennes, dans le cadre du Festival des Sciences qui vise à promouvoir le patrimoine scientifique local. Lors de cet événement, un village des sciences est dressé dans un lieu public et des rencontres avec des chercheurs de Rennes Métropole sont organisées par l'Espace des sciences. Des laboratoires y présentent leurs travaux et « vulgarisent » leur objet d'étude pendant trois jours. Les visiteurs explorent des objets scientifiques accompagnés de chercheurs. Nous enquêtons sur le stand du département des milieux di-

¹ Contexte : L'ARDIST¹ organise depuis 2014 un séminaire des doctorants annuel en vue de favoriser l'insertion des jeunes chercheurs dans la communauté des didacticiens. Le texte qui suit a fait l'objet d'une communication dans le cadre du premier séminaire des jeunes chercheurs de l'ARDIST qui a eu lieu du 3 au 5 Octobre 2014 à Paris (Weekend jeunes chercheurs). Le texte a été soumis à une évaluation préalable par le comité scientifique du WEJCH 2014 avant d'être proposé à la revue *Spirale*. De même, le texte a été soumis à une évaluation par le comité scientifique de la revue *Spirale* avant publication.

² Nous considérons que le contexte scolaire et le contexte de médiation présentent des cas particuliers de relations humaines où se jouent des situations d'enseignement et d'apprentissage.

visés de l'Institut de Physique de Rennes (IPR), « Le sable dans tous ses états », le samedi, lors de l'ouverture au grand public. Cette étude fait partie d'un projet plus vaste qui intègre des cas de visites de groupes scolaires et où nous étudions les rôles du professeur et du médiateur sur les stands.

Nous situons notre recherche à l'intérieur de trois institutions, que nous considérons au sens de Douglas³ (1999), des groupes sociaux légitimés : une institution muséale (l'Espace des Sciences de Rennes organisateur de la Fête de la Science), une institution scientifique (l'IPR) et une institution scolaire (l'École Primaire). Cet article n'évoque que l'intersection entre l'Espace des sciences et l'IPR, et plus particulièrement un événement situé dans le village des sciences : la visite d'un groupe familial sur un stand animé par une doctorante de l'IPR.

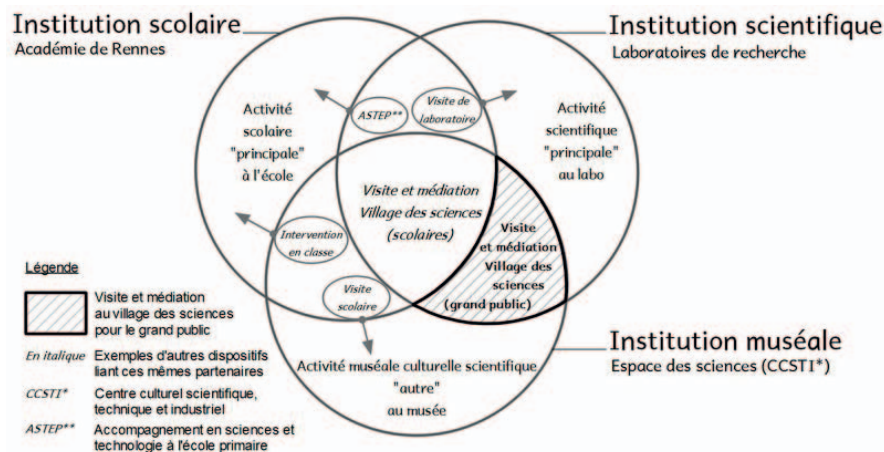


Illustration 1: Réseau de partenaires institutionnels de la Fête de la Science, sur le territoire de Rennes Métropole, et autres dispositifs apparentés hors Fête de la Science.

Nous présentons le contexte scientifique de cette étude, puis, après avoir décrit notre cadre théorique, nous développons brièvement notre méthodologie de recherche. Nous décrivons ensuite un épisode de médiation comme une situation d'enseignement-apprentissage particulière et l'analysons avec nos outils théoriques.

CONTEXTE SCIENTIFIQUE

Nous nous interrogeons sur ces lieux où les sciences sont présentées au grand public pour éveiller et partager un intérêt pour les sciences, et où les savoirs ne sont pas ceux de l'école. Nous n'avons pas connaissance d'études spécifiques sur la Fête de la Science, aussi nous abordons notre recherche avec un arrière-plan sur les études existantes en muséologie. Les musées sont des institutions aux objectifs plus étendus que ceux des lieux d'expositions ponctuelles et gratuites, mais nous pensons que les études dont ils font l'objet peuvent nous donner des repères

³ « Douglas montre qu'une institution peut être considérée comme une machine à fabriquer des catégories cognitives, affectives, perceptives légitimes, cette normativité provenant en grande partie des analogies fondatrices qui produisent son identité. » (Sensevy, 2011 : 92)

pour décrire ce qui se joue sur les stands de la FDS, des lieux d'exposition et de médiation scientifiques.

Falk et Dierking (2000) présentent un cadre théorique pour analyser les apprentissages issus d'une expérience dans un musée, ou plus généralement d'un lieu d'éducation non formelle. Cependant, l'intention des auteurs n'est pas de décrire et d'évaluer les apprentissages dans ces lieux, mais plutôt de caractériser comment ces lieux contribuent à ce que les gens savent, croient, ressentent ou sont capables de faire. Leur question n'est pas de définir *ce que* (« *what* ») le public apprend, mais *comment* (« *how* ») il apprend.

D'autres études sociologiques en France inscrivent les musées comme des lieux éducatifs, de partage et d'épanouissement (Jonchery, 2005). Eidelman, sociologue⁴, s'intéresse aux motivations des visiteurs de musées et d'expositions, ainsi qu'à leurs registres d'interprétation. Son approche de la « politique des publics » revendique la nécessité de transactions entre le musée et son public, et la reconnaissance de l'expertise de ce dernier (Cordier *et al.*, 2009).

Nous proposons ici une lecture de ces transactions entre un médiateur scientifique et son public, avec des outils conceptuels habituellement utilisés dans un cadre scolaire.

CADRES THÉORIQUES

Nous articulons deux cadres théoriques relevant de la didactique : celui de l'action conjointe avec celui des ressources.

La théorie de l'action conjointe en didactique (TACD)

Le cadre théorique utilisé est principalement celui de la théorie de l'action conjointe en didactique (Marlot, 2009 ; Santini 2013 ; Sensevy, 2011 ; Tiberghien *et al.*, 2007). Elle permet de décrire et d'interpréter les situations didactiques de notre corpus, le processus d'enseignement-apprentissage en prenant en compte les savoirs en jeu, le contrat établi entre le médiateur et le public, le milieu organisé par le médiateur.

Le *contrat didactique* (Brousseau, 1998) est envisagé comme un système d'attentes réciproques. Il est composé d'une partie explicite actualisée dans la situation, et d'une partie implicite propre aux habitudes installées, dans l'institution scolaire, entre le professeur et les élèves. Dans la TACD, le contrat didactique est vu comme le système des connaissances déjà-là avec lequel « l'élève » aborde un problème. Le système d'attentes est inclus dans ce système, dans la mesure où une bonne partie des significations déjà-là avec lesquelles l'élève aborde un problème dépendent étroitement de l'action conjointe antérieure et des attentes qu'elle a construites. Dans notre cas, la première rencontre d'un médiateur avec un public au village des sciences, nous assimilons le contrat aux éléments de savoirs raisonnablement attendus par les acteurs.

Le *milieu* est l'ensemble des éléments symboliques et matériels organisés et produits par le médiateur, que les visiteurs doivent mettre en lien pour accéder aux savoirs. Le processus de production du milieu est nommé *mésogenèse*.

La *sémiose du milieu* est le processus de déchiffrement du milieu. La TACD conçoit la situation didactique comme une action conjointe entre le profes-

⁴ Responsable du département de la politique des publics de la Direction générale des patrimoines du Ministère de la culture

seur et les élèves. Nous prêtons aux transactants des intentions de produire des signes pour autrui et de les déchiffrer, mais aussi d'en montrer et d'en percevoir de manière inconsciente. Ainsi, l'élève qui montre un certain rapport à la connaissance, dans une de ses productions, construit un signe pour le professeur. C'est le processus de *sémiose* des élèves vers le professeur, qui existe aussi du professeur vers les élèves.

Nous considérons que la situation didactique est composée d'une succession de jeux d'enseignement-apprentissage entre le médiateur et le public. Parmi les dimensions que Sensevy prend en compte dans la relation entre les élèves et le professeur, nous utilisons les concepts de définir, réguler, instituer : en l'occurrence, *définir* le jeu qui consiste à se servir du dispositif que le public pointe en arrivant sur le stand ; *réguler* ou influencer sur l'évolution de la situation pour favoriser les apprentissages ; *instituer* ou fixer une production comme une avancée dans le savoir.

Les systèmes de ressources

Une des motivations des visiteurs du village de la Fête de la science réside dans le potentiel de ressources que le public peut y rencontrer, et en particulier les objets authentiques présents sur les lieux d'exposition (Falk & Dierking 2000 : 139).

Nous définissons plus largement les *ressources* avec Adler comme ce qui permet de « re-sourcer » sa pratique professionnelle, de la « nourrir à nouveau, ou différemment » (Adler, 2010) ; nous étendons cette définition en incluant ce qui permet de ressourcer ses connaissances. Pour les transactants de notre situation, les ressources permettent de construire, pour enseigner ou pour apprendre, un élément de savoir. Nous prenons en compte les *artefacts*⁵, mais aussi les ressources humaines mobilisées dans les transactions, ainsi que des ressources sociales et culturelles, comme le temps et les langages utilisés dans la situation étudiée. Nous observons un *système de ressources* (Gueudet & Trouche, 2010) articulées dans l'action conjointe du médiateur et de son public.

Prises dans une pratique, les ressources sont vivifiées : elles sont des *instruments* pour ceux qui les utilisent. En référence aux travaux de Rabardel (1995), d'une part les caractéristiques de la ressource influencent l'activité de l'utilisateur ; nous parlons alors de processus d'*instrumentation*. D'autre part l'utilisateur s'approprie la ressource, nous parlons alors d'*instrumentalisation*. C'est notamment le cas lorsque l'usage de la ressource est détourné, par rapport aux intentions du concepteur.

Dans la situation que nous étudions, un médiateur présente des objets de savoirs à des visiteurs. À cette fin, il utilise des ressources sémiotiques décrites dans le cadre de la recherche en communication (Pozzer-Ardenghi & Roth 2009). Cette situation s'apparente aussi à une situation de classe où le professeur fait usage des ressources de la *proxémie* : la direction de son corps et de son regard, l'espace qui le sépare des élèves, le toucher (Forest, 2008).

L'articulation des systèmes de ressources et de la TACD

L'extrait suivant illustre comment un objet matériel peut être vu comme un objet isolé, ou comme un objet à la fois matériel et symbolique, quand il est mis en lien avec d'autres objets du milieu. Ainsi, « regarder » dans un musée, peut être

⁵ *Artéfact*, au sens anthropologique de l'anglais *artifact*, un objet produit par l'être humain en vue d'une activité humaine finalisée.

vu comme l'action de construire un ensemble de relations qui forme le milieu. Cette transcription est l'extrait d'un entretien entre des visiteurs au musée de la Civilisation à Québec (MCQ)⁶.

Ben je veux dire, une casquette de rappeur au musée ou une casquette de rappeur au magasin, pourquoi elle serait plus intéressante ici ? Alors c'est pas pour l'objet que tu regardes, c'est pour la relation qu'il faut que tu fasses avec les autres. (Eidelman & Raguette-Candito 2002 : 357)

Pour le concepteur de l'exposition, les ressources mises en système sont un instrument pour construire des savoirs. Pour accéder au sens de l'exposition, tel qu'il a été suggéré par son concepteur, le visiteur doit opérer une interprétation de l'environnement, une mise en relation de différents éléments qui vont définir le milieu : l'objet prend son sens des relations qu'il entretient avec d'autres dans son milieu.

Dans le cas du village des sciences, l'exposition est animée par une physicienne qui produit et organise des éléments matériels et symboliques. Il s'agit d'identifier ses ressources et d'observer comment elles sont mises en jeu dans les transactions à propos des sables mouvants, sur ce stand des milieux divisés.

Quelles sont les ressources qui permettent à la physicienne (Lucie) de transmettre un savoir, et aux visiteurs de construire du sens dans l'épisode sélectionné ? Quel est le milieu organisé par Lucie et le contrat qui permettent les apprentissages ?

MÉTHODOLOGIE BASÉE SUR LE FILM D'ÉTUDE

La méthodologie adaptée à l'analyse de situations d'enseignement/apprentissage, d'actions conjointes, est fondée sur des films d'étude réalisés sur les lieux de l'action (Sensevy, 2013). Notre corpus est donc constitué de données vidéo, de données audio et d'autres données matérielles ou numériques collectées lors de l'atelier, d'entretiens et de recherches documentaires.

Dans notre étude de cas, le film d'étude nous aide à voir, à analyser des situations didactiques. Nous décomposons le film en épisodes, exploitables séparément ou recomposés, pour donner à voir et à comprendre les aspects que nous étudions : l'action du médiateur et du public. La décomposition de la vidéo et l'indexation d'extraits sélectionnés sont des opérations rendues accessibles par un logiciel d'indexation des vidéos comme *Transana*.

ÉTUDE DE CAS SUR LE STAND « LE SABLE DANS TOUS SES ÉTATS »

Lors des médiations pour le grand public, les visiteurs circulent devant les stands, s'arrêtent et repartent à leur gré. Des visiteurs s'insèrent dans des présentations en cours. Certains ont des comportements inattendus et particuliers, aussi nous choisissons de ne pas évoquer toutes ces situations ici. L'épisode que nous analysons présente un public stable. Parmi les trois thèmes qu'elle propose au grand public, Lucie, une doctorante en physique, répète celui des sables mouvants vingt et une fois dans l'après-midi. Nous décrivons ici sa cinquième présentation.

⁶ L'exposition *La différence*, réalisée collaborativement par le Musée dauphinois de Grenoble, le musée d'Ethnographie de Neuchâtel, le musée de la Civilisation de Québec

Nous supposons que la physicienne a déjà pris des repères lors des épisodes précédents et qu'une routine s'installe. La présentation des sables mouvants met en jeu plusieurs artefacts matériels de natures différentes. Cette diversité est au cœur de notre étude sur les ressources. Enfin, cet épisode fait partie des épisodes filmés avec deux caméras ; les deux points de vue se complètent et augmentent le nombre d'indices à notre disposition.

Nous présentons l'espace matériel où se situe l'action, avec ses artefacts. Nous l'identifions à un plateau de jeu où un enjeu de savoir se joue. Nous présentons ensuite les joueurs, dont Lucie qui mène le jeu. Puis, nous décrivons cet épisode dans un langage commun, selon ce que Sensevy appelle la *sémantique familière de l'action* (Sensevy, 2011). Nous faisons ensuite une analyse de la situation d'apprentissage avec le langage théorique de la TACD, en montrant comment l'action et le système de ressources sont articulés pour construire des éléments de savoirs.

À propos des sables mouvants : artefacts et savoirs visés

Le stand « Le sable dans tous ses états » est virtuellement partagé en deux zones (Illustration 2) : le sable sec (cadre bleu), et le sable humide (cadre vert). Des artefacts matériels sont posés sur la table, et sur un panneau d'affichage en fond de stand, les deux thématiques sont matérialisées par deux posters qui font écho aux manipulations réalisées avec les dispositifs matériels. Les physiciens-médiateurs se déplacent dans un espace entre la table d'exposition et le panneau d'affichage. Le public se trouve à l'extérieur de cet espace.

Lucie, comme ses collègues, utilise les deux artefacts prévus par le collectif qui a préparé le stand, pour aborder la thématique des sables mouvants (SM) : le pot, contenant du sable mouvant, un modèle analogique pour expérimenter, posé sur la table (SM sur fond jaune), et un poster explicatif, sur le panneau d'affichage (SM sur fond gris), avec des schémas et des savoirs complémentaires, pour aborder les aspects théoriques.

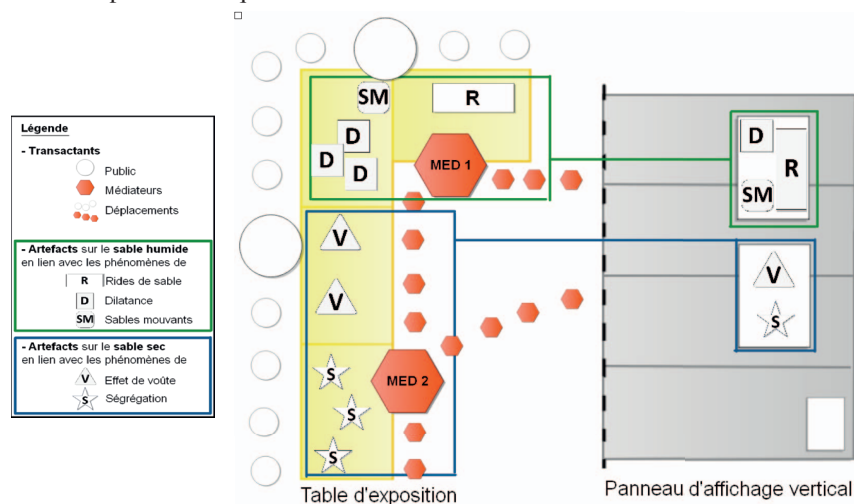


Illustration 2: Organisation du stand « Le sable dans tous ses états »

Le modèle analogique des sables mouvants

Le dispositif expérimental est composé d'un pot contenant du sable mouvant, un mélange d'eau, de sel, de sable et d'argile, préparé par l'assistant ingénieur de l'IPR. Le pot est présenté avec deux figurines (Illustration 3). Elles ont la même apparence (des bonshommes), mais l'une est plus petite que l'autre. La plus grande a une densité proche de celle de l'homme (densité ≈ 1) ; la petite est en plomb (densité ≈ 11). Elles ont toutes les deux la même masse. Des tiges métalliques fonctionnelles permettent de les retirer du sable mouvant sans avoir à plonger les doigts dans le mélange. Un agitateur permet de créer une action mécanique sur le sable mouvant. Il est remplacé, en cours d'expérimentation, par un bâton.



Illustration 3: Modèle analogique de sables mouvants

Le modèle est *analogue* à la réalité : un évènement ou une action dans la réalité peuvent être représentés de manière analogique sur le modèle. Lucie peut expérimenter dessus, comme elle le ferait sur une parcelle réelle de sables mouvants avec un homme et un objet en plomb. En salle, les manipulations sont plus aisées avec un modèle analogique (un échantillon de sable mouvant ou un mélange analogue) et des objets dimensionnés pour le récipient dans lequel se trouve le mélange. Le modèle est dynamique : il est prévu d'en étudier le comportement physique sous des contraintes de forces. Les modèles analogiques sont communément utilisés par les géologues pour palier les contraintes de temps et d'espace. Les analogues utilisés ne sont pas forcément de la même composition que les milieux d'origine, mais ont les mêmes propriétés d'élasticité, de viscosité ou de densité. Les actions mécaniques (la station immobile et le piétinement), sont reproduites par analogie : le dépôt des objets sur le sable et les vibrations sont provoqués de l'extérieur (Tableau 1, p. 6).

?

Modèle	Réalité
Mélange eau + sel + sable + argile	Sables mouvants
Objet avec une densité proche de l'homme (qui flotte dans le sable mouvant)	Humain (ou animal) (qui flotte dans les sables mouvants)
Objet de plomb (qui coule dans les sables mouvants)	Objet ayant une densité beaucoup plus forte que celle de l'homme et du sable mouvant (qui coule dans les sables mouvants)
Dépôt des figurines sur le sable mouvant	Station sur les sables mouvants
Agitation ou vibration du sable mouvant autour des figurines	Piétinements humains
Retrait des figurines du sable mouvant	Échappée (sauvetage) des sables mouvants

Tableau 1: Analogues de la réalité en présence
dans le modèle analogique des sables mouvants

Le modèle sert ici à créer une simulation sous une forme manipulatoire. Lucie obtient une représentation dynamique d'événements : une situation initiale, et deux situations finales en fonction du paramètre qu'elle fait varier, la densité des objets posés sur le mélange. Elle complète la simulation par des savoirs qui sont imprimés sur un support, le poster.

Le poster sur le sable humide

Deux posters sont affichés sur le stand. L'un concerne le sable sec, l'autre le sable humide. La partie du poster relative aux sables mouvants est organisée autour de trois questions. Qu'est-ce qu'un sable mouvant ? Pourquoi s'enlise-t-on ? Pourquoi est-il impossible de s'y noyer ?

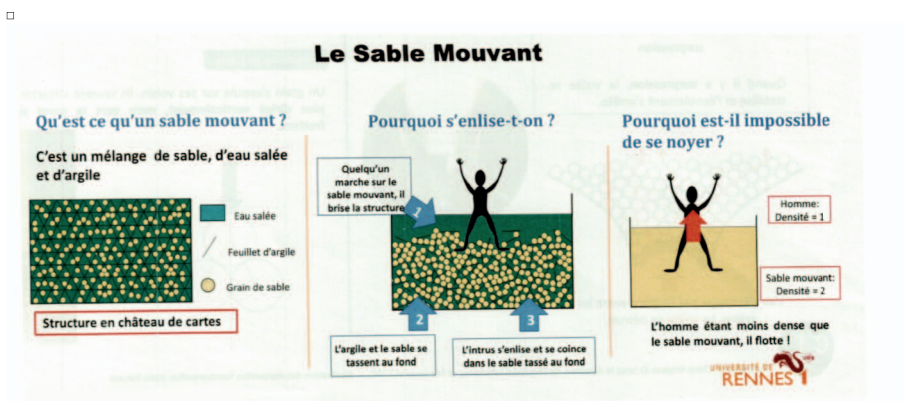


Illustration 4: Extrait du poster sur le sable humide

Un schéma, accompagné d'une ou plusieurs informations complémentaires, illustre chaque réponse. Le premier schéma décrit la composition de l'argile et l'arrangement en « château de cartes » de ses molécules au repos. Il suggère un milieu capable de soutenir un objet immobile. Le second schéma évoque le comportement thixotropique⁷ de l'argile sous l'effet de vibrations (ici, un homme qui marche). Le sol se liquéfie, l'homme s'enfonce et ses jambes se trouvent coincées par la matière (l'argile) qui a floculé⁸. Le troisième schéma rappelle qu'un homme ne peut couler dans un fluide plus dense que son corps. Les densités de l'homme et du sable mouvant sont données, et une grosse flèche rouge rappelle la *poussée d'Archimède* salvatrice. Rappelons deux propositions du « théorème d'Archimède » : « V : un solide plus léger que le liquide où on l'abandonne flotte et occupe un volume de liquide ayant le même poids que lui » ; « VII : un solide plus lourd que le liquide coule et voit son poids diminué du poids d'un volume de liquide égal à son volume » (Legrand & Archimède 1891 : 437-457). Entendons « plus léger que » et « plus lourd que » comme « ayant une masse volumique inférieure à » et « ayant une masse volumique supérieure à ».

⁷ Relatif à la *thixotropie*, qui est la propriété de certains matériaux, comme les mélanges fluides (exemple : les sables mouvants). « Sous contrainte suffisamment élevée pour casser la structure formée au repos, la matière peut s'écouler et se déstructurer. » (devenir liquide) « Laissez au repos prolongé, le fluide thixotrope va se restructurer. Sa viscosité augmente et peut tendre vers l'infini (nature solide) » (« Thixotropie », s. d.)

⁸ « La floculation est le processus physico-chimique au cours duquel des matières en suspension dans un liquide s'agglomèrent pour former des particules plus grosses, nommées floccs. Les floccs sédimentent généralement beaucoup plus rapidement que les particules primaires dont ils sont formés. » (« Floculation », s. d.)

À propos des acteurs de la situation

Lucie est en troisième année de doctorat à l'Université de Rennes 1, et est attachée au département des milieux divisés de l'IPR. Elle étudie la formation des dunes éoliennes et des rides de sable dans l'eau, encadrée de deux directeurs de thèse : un physicien et un géologue. Lucie fait partie, pour la première fois, du collectif qui prépare la Fête de la science. Elle y anime le stand de son département, le samedi, pour le grand public. Lucie n'a aucune expérience d'animation ou d'enseignement en destination des enfants. Par contre, lors de sa première année de doctorat, elle a donné des cours en licence.

Quatre visiteurs arrivent sur le stand. Nous faisons l'hypothèse qu'il s'agit d'un groupe familial, deux fillettes accompagnées de leurs grands-parents. La plus grande, que nous appelons Charlotte⁹ (Ch) semble intéressée par les artefacts exposés sur la table, principalement du sable et de l'eau. Elle choisit d'y amener sa petite sœur (S), sa grand-mère (Gm) et son grand-père (Gp). Aucun autre visiteur n'est de passage, ou alors discrètement. La situation d'apprentissage est gouvernée par un choix, celui de Charlotte. Nous observons plusieurs familles agir de cette façon : aller au rythme de leurs enfants et les laisser choisir les lieux où ils s'arrêtent tous ensemble.

Présentation de l'épisode : Lucie et les sables mouvants



Illustration 5: Trois phases principales de l'épisode
entre Lucie et la famille de Charlotte

Une première analyse de l'épisode nous permet de définir trois phases dans la présentation (Illustration 5). Nous définissons ces trois phases par les artefacts utilisés par Lucie, associés à trois espaces du stand. Sur le plan (Illustration 6), ils correspondent aux positions de Lucie, numérotées 1 (près du dispositif expérimental), 2 (près du poster) et 3 (sans artefact matériel, face au public). Le plan du stand indique les deux positions, initiale (1) et finale (3), des visiteurs. Ils glissent d'une position à l'autre lors de l'épisode, à l'exception de Charlotte qui se décale vers la position 3 alors que les autres transactants sont encore en position 1.

Le modèle analogique de sables mouvants permet la phase d'expérimentation (1) ; le poster est un support d'apports théoriques (2) ; les conclusions sont tirées dans un échange face à face avec le public (3). Nous structurons la présentation de l'épisode selon ces trois phases. Dans cet épisode, Lucie présente les sables mouvants en 2 minutes et 31 secondes. La moyenne de durée de ses présentations pour ce thème est de 3 minutes et 15 secondes.

Deux caméras opposées (Illustration 6) filment l'épisode : l'une (n° 1) propose un plan large fixe. Elle filme le côté « sable humide » du stand. Elle nous permet d'observer, de part et d'autre de la table, à gauche, Lucie (L), et à droite, son public (exemple : Illustration 7). Nous dirigeons l'autre caméra (n° 2) vers les actions de Lucie, quand elle manipule le modèle analogique (exemple : Illustration 8), ou quand elle utilise le poster (exemple : Illustration 13).

⁹ Pseudonyme

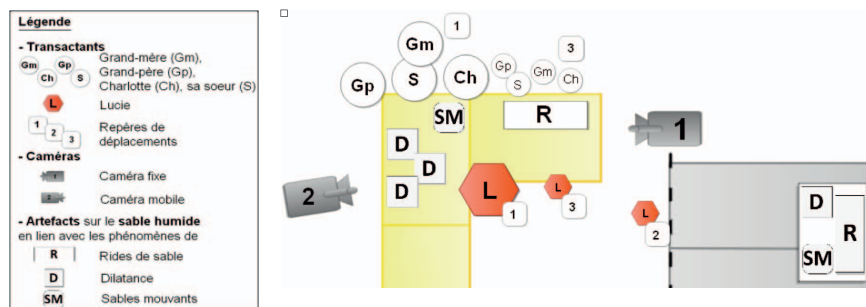


Illustration 6: Zoom sur le plan de la zone du sable humide

Une expérimentation sur le modèle analogique

Charlotte s'approche du pot contenant du sable et déclare qu'elle aime ça. Ses grands-parents et sa petite sœur restent unis et s'approchent de la table aussi. Lucie annonce ce dont il s'agit : « ça c'est des sables mouvants en fait\ » (tdp. 110) Non seulement le thème est annoncé, mais Lucie fait entrer le public dans un univers intrigant et rassurant à la fois, contrasté : les sables mouvants, avec le mystère qu'ils véhiculent et l'inquiétude qu'ils génèrent (selon les connaissances du public), sont réduits ici à un pot de sable posé sur la table.

Lucie présente l'expérimentation comme s'il s'agissait de l'histoire de deux bonshommes qui rencontrent des sables mouvants¹¹. Elle commence par manipuler les figurines comme des marionnettes. Par la suite, elle n'agit plus que sur la matière, qu'elle fait vibrer par analogie avec les piétinements humains.

Lucie décrit le matériel qu'elle utilise : le pot contient un mélange d'eau, de sable et d'argile, c'est un sable mouvant. Les deux figurines représentent des « bonshommes », dont l'un est en plomb et l'autre d'une densité proche de celle de l'homme. Elle annonce d'abord que le petit bonhomme est plus lourd que le gros, puis se ravise : « plus dense ».

L : (00:00) LÀ j'ai deux petits bonshommes qui sont sur le sable mouvant\ j'en ai un qui est en plomb ((Lucie montre le petit bonhomme)) qui est très très lourd (.) très très dense et j'en ai un qui a une densité proche de l'homme ((le bonhomme le plus grand))\ je les pose tous les deux dessus\ ils ont la même masse ils ont le même poids\ (tdp. 1)

Elle scénarise ses actions pour le public qui fixe alternativement son visage et ses mains (Illustration 7). Lucie pose les bonshommes (Illustration 8) puis les lâche précautionneusement en marquant une pause avec ses mains écartées distantes des objets (Illustration 9). Elle fait observer : « je les pose dessus ils tiennent sur le sable mouvant\ » (tdp. 1). L'effet n'est pas spectaculaire, mais traité comme un événement à retenir. Il sera rappelé plus tard.



Illustration 7 : Lucie plante le décor et présente les personnages

¹⁰ Toutes les références aux tours de paroles de cet épisode concernent le transcript de l'épisode « Lucie et les sables mouvants » *Annexe*

¹¹ « *Universally, people mentally organize information effectively if it is recounted to them in a story or narrative form.* » (Falk & Dierking, 2000 : 51)



Illustration 8 : Lucie pose les bonshommes sur le sable



Illustration 9: Les bonshommes tiennent sur le sable mouvant

L'histoire racontée par Lucie dit que les bonshommes marchent et piétinent sur les sables mouvants. Pour simuler le mouvement des personnages, Lucie secoue le mélange avec un agitateur, puis, sur les conseils de sa collègue Thao, tape sur le pot avec un bâton, pour créer des vibrations¹². L'effet est rapide : la figurine en plomb coule complètement (Illustration 11). Lucie s'adresse à Charlotte en pointant l'emplacement où se trouvait la figurine en plomb : « si je fais vibrer le sable lui il coule\ t'as vu/» (tdp. 1)

Alors que le petit bonhomme a coulé, Charlotte fait le lien avec une information donnée au début, et demande, « c'est lui qui est lourd/» (tdp. 2) Lucie reformule la question de Charlotte : elle remplace le mot « lourd » par le mot « dense ». Elle s'engage alors dans une explication pour différencier la densité des deux figurines, en utilisant les concepts de *volume* et de *poids*. Lucie accompagne l'explication d'un mime (Illustration 10). Son propre corps devient alternativement le « corps » du petit bonhomme en plomb et le « corps » du grand bonhomme analogue à l'homme.



Illustration 10 : Mime de la densité

L : lui ((le personnage en plomb)) il est très dense c'est-à-dire qu'il a tout son poids sur un tout petit volume ((mains et coudes serrés)) alors que lui il a la densité de l'homme du coup il a son poids qui est le même que l'autre mais sur un plus grand volume\ ((mains et coudes écartés)) (tdp. 3)

Par contre, le personnage dont la densité est analogue à celle de l'homme ne s'enfonce pas complètement. Lucie prolonge les vibrations autour du personnage qui surnage (Illustration 12) et appelle à observer l'enlèvement de la figurine : « il coule moins vite oui\ on voit qu'il coule quand même/» (tdp. 5). Cette remarque provoque une réaction de la grand-mère qui se montre dubitative : « oui un petit peu ouais » (tdp.8) Charlotte constate : « on a le temps de s'échapper » (tdp. 8). Lucie laisse la grand-mère et Charlotte faire, de leur propre chef, et à leur manière, leurs commentaires. Elle les laisse exprimer les observations qu'elle-

¹² La transition entre l'utilisation de l'agitateur et l'utilisation du bâton, pour créer un mouvement dans le pot de sable mouvant, est visible sur l'illustration 12 où Lucie retire l'agitateur d'une main et tape avec le bâton de l'autre main.

même attend, puis conclut : « il n's'enfonce plus même si je tape encore\ » (tdp. 14).



Illustration 7: La figurine en plomb a coulé

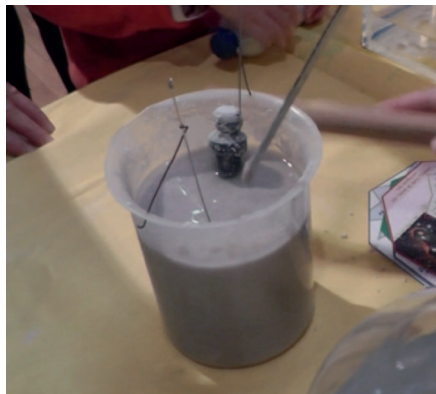


Illustration 8: Le bonhomme analogue à l'homme s'enfonce mais ne coule pas

Une démonstration près du poster

Lucie s'écarte du pot de sable mouvant en rappelant sa composition : de l'eau, du sable et de l'argile. Cette information est explicite sur le poster vers lequel elle se déplace et où elle pointe du doigt un premier schéma (Illustration 13) qui montre les feuillets d'argile organisés en château de cartes. Leur présence explique le premier événement observé et décrit précédemment : la stabilité des

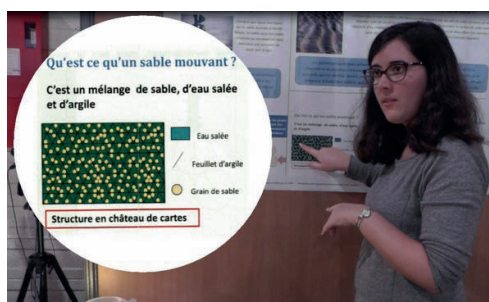


Illustration 13 : Lucie pointe le schéma n° 1

figurines sur les sables mouvants. Lucie s'adresse alors à Charlotte qui s'est, entre temps, désintéressée de l'explication. Elle l'interpelle et ne la quitte pas des yeux :

L : tu vois/ (Illustration 13) ((Charlotte lève la tête vers Lucie)) comme des petits châteaux de cartes donc ((en pointant le schéma n°1 et le pot de sable, Illustration 14)) si tu arrives dessus en fait tu tiens\ (Illustration 15) (tdp. 18)

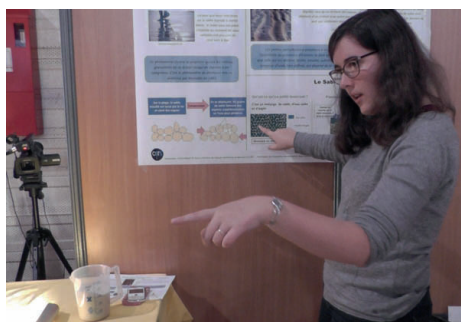


Illustration 14 : Lucie pointe le schéma n°1 et le pot de sable mouvants



Illustration 9: Stabilité du corps

Comme nous pouvons le saisir sur la suite de photogrammes ci-dessus, Lucie pointe simultanément le schéma n° 1 et le pot de sable mouvant (Illustration 14). Ainsi, elle fait le lien avec la première observation réalisée plus tôt. Enfin, son doigt quitte le poster, et elle mime la stabilité d'un corps immobile posé sur les sables mouvants (Illustration 15).

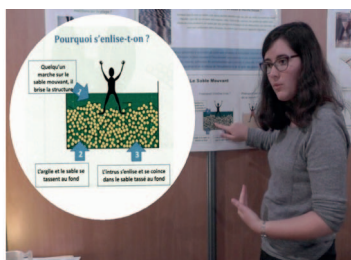


Illustration 10: Lucie pointe le schéma n°2

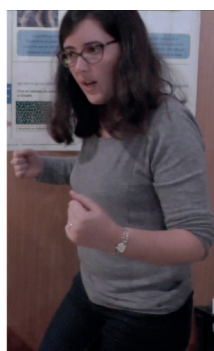


Illustration 11: Gesticulation du corps de Lucie

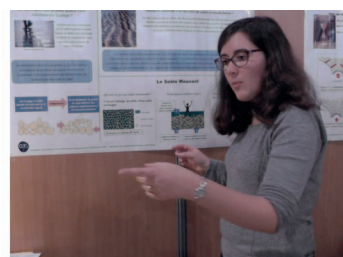


Illustration 12: Lucie fait le lien entre le schéma n°2 et l'événement observé précédemment dans le pot

Elle poursuit les apports théoriques en lien avec une hypothétique promenade de la fillette (ou de quelqu'un d'autre) sur les sables mouvants. Le schéma n° 2 (Illustration 16) lui permet d'expliquer son enlèvement si elle gesticule (ou l'enlèvement de tout humain s'il gesticule) (Illustration 17). Lucie le mime pour son public, puis pointe le pot où se sont enfoncés les deux bonshommes quelques instants plus tôt (Illustration 18) quand elle a fait vibrer le sable mouvant.

Charlotte décroche et manipule la roue à aube du chenal¹³ posé en bout de table (Illustration 19).

Cependant, on ne s'enliserait pas au-dessus de la tête (Illustration 20). Lucie poursuit ses explications relatives aux différences de densités, en s'adressant aux adultes.

L : parce qu'en fait la densité du sable mouvant est autour de deux ((deux doigts levés à la main droite, Illustration 21)) et la densité de l'homme ((Lucie pointe le schéma n° 3 où la densité de l'homme est notée, Illustration 22)) est autour de un\ du coup ça veut dire (tdp. 18).

La grand-mère de Charlotte, comme pour demander confirmation de ce qu'elle vient de comprendre, interrompt Lucie pour formuler la question :

Gm : on se noie pas dans les sables mouvants/(tdp. 19).



Illustration 13 : Charlotte et le chenal

¹³ Le micro chenal est le dispositif avec lequel Lucie présente la formation des rides de sable sous l'eau



Illustration 14 : On ne peut s'enliser jusque-là



Illustration 15 : Deux doigts levés pour indiquer la densité du sable

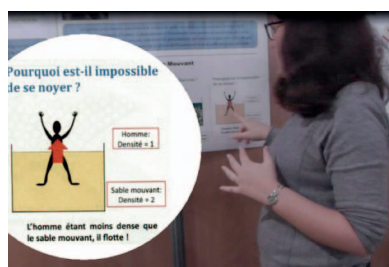


Illustration 16 : Lucie pointe le schéma n°3

Une conclusion en tête à tête

Lucie sourit et se met face au couple de grands-parents. Elle conclut avec la grand-mère :

L : on ne va pas se noyer comme ça juste dans les sables mouvants\

Gm : ah non/

L : non ((doigt levé pour demander l'attention)) ça c'est pas possible\ ((mouvement de recul marquant une distance avec la proposition)) c'est Indiana Jones qui a inventé ça\ c'est pas physique\ voilà\ (tdp. 20-22)

Avec une métonymie¹⁴, l'exemple d'Indiana Jones (le héros de la série de films du même nom), Lucie fait remarquer que le cinéma a contribué à véhiculer cette fausse (du point de vue de la physique) image des sables mouvants. Les hommes engloutis par les sables mouvants ne sont que des fictions. La physique montre qu'il en est autrement : « on ne va pas se noyer comme ça juste dans les sables mouvants\ » (tdp. 20). Mais cette proposition négative appelle une explication des fondements du savoir « erroné » (toujours du point de vue de la physique) initial.

L : et par contre si vous allez au Mont Saint-Michel et que vous vous enfoncez jusqu'à un certain niveau ((Lucie met ses mains au niveau des cuisses)) et que la marée remonte ((mouvement des mains de l'extérieur vers elle-même))

Gp : ben alors là tu meurs noyée\

L : là ((doigt levé pour attirer l'attention de la grand-mère déjà captivée)) vous pouvez vous noyer (Illustration 23)



Illustration 23: Suspens final

¹⁴ La métonymie consiste à employer « un mot pour désigner un objet ou une propriété qui se trouve dans un rapport existentiel avec la référence habituelle de ce même mot » (Ducrot & Todorov, 1972 : 354)

L : mais ((rotation du doigt gauche indiquant une alternative)) à cause de la marée qui remonte mais pas enfoncée dans les sables mouvants\ voilà\ (Illustration 24)



Illustration 24: Dénouement

Gm : ah d'accord OK ((Gm éclate de rire)) (tdp. 24-27)

Ici, Lucie appelle à prendre du recul par rapport aux savoirs véhiculés par les films de fiction, ainsi qu'à propos des conclusions erronées sur des noyades dans les sables mouvants de la baie du Mont Saint-Michel : distinguer fiction et réalité, et distinguer l'engloutissement dans les sables mouvants de la noyade sous les eaux de la marée montante. Charlotte n'a pas suivi la démonstration de Lucie, et elle attend la mise en route du moulin sur le chenal (R sur le plan, Illustration 6). Son impassibilité contraste avec la satisfaction de Lucie, mais aussi avec l'expressivité de sa grand-mère qui prend conscience, à ce moment-là, de l'aveuglement occasionné par un savoir jamais mis en cause, une certitude non fondée.

Les grands-parents de Charlotte semblent avoir compris ce que Lucie voulait transmettre avec la manipulation du modèle analogique et son apport théorique. La grand-mère énonce la conclusion « on se noie pas dans les sables mouvants » (tdp19), et le grand-père a bien compris le rôle de la marée dans la mort des personnes prisonnières des sables mouvants : « ben alors là tu meurs noyée » (tdp. 25). La grand-mère rit de bon cœur, Lucie aussi. « *Le Professeur gagne si et seulement si l'Élève gagne* » (Sensevy, 2011 : 61). Ce dénouement heureux, pour les grands-parents qui semblent avoir compris l'enjeu de l'atelier, est l'essence même du jeu didactique, selon la théorie de l'action conjointe.

ANALYSE THÉORIQUE DE L'ÉPISODE

Nous avons décrit l'épisode en langage familial, dans son déroulement, dans ses contenus, et dans l'action de Lucie et des visiteurs. Nous proposons à présent une analyse de l'épisode avec des concepts didactiques.

Quel est le processus de mésogenèse ? Qu'est-ce qui produit le milieu ? Comment les systèmes de ressources que Lucie organise pour produire un milieu (ses instruments à elle) deviennent-ils un milieu effectif, des instruments, pour les visiteurs ? Nous considérons que, lorsqu'une ressource devient un élément de référence dans l'action conjointe, elle devient instrument partagé par les transactants. Comment une ressource devient-elle un élément de référence dans l'action conjointe ?

Un jeu didactique basé sur des transactions

Nous limitons notre analyse aux conduites de Lucie, de la grand-mère et de sa petite fille Charlotte. Cette dernière interpelle Lucie à propos d'un seau contenant du sable mouillé sur lequel sont posées des figurines. Ce « sable », sur la table du stand, fait l'objet d'un *savoir* que Lucie veut transmettre au public. L'interaction entre Lucie et son public, vu comme ses élèves, se nourrit de ce savoir comme d'un substrat. Nous appelons cette interaction *transaction didactique*

(Illustration 25). Elle est jouée « à travers » les autres transactants et « à travers » l'environnement.

L'enjeu du dispositif auquel s'intéressent Charlotte et ses grands-parents a été défini par le collectif de physiciens qui a préparé le stand (dont Lucie). Il est de faire comprendre que *l'on ne peut pas se noyer dans des sables mouvants*. Les savoirs en jeu dans les transactions entre Lucie-professeur (P) et le public sont notés SP, ils vont au-delà de cet énoncé.

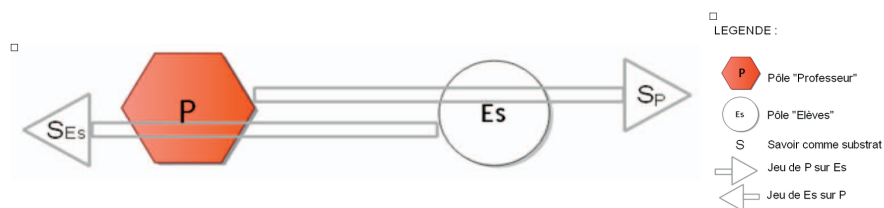


Illustration 17: Une modélisation de la transaction didactique

Le savoir initial de Charlotte pourrait se résumer à « y-a du sable mouillé et des figurines », mais il peut aussi comprendre une expérience directe avec des sables mouvants lors d'une visite de la baie du Mont Saint-Michel, ou leur rencontre dans un film de fiction. Les savoirs de Charlotte et de la grand-mère sont considérés, dans un premier temps, comme les savoirs des élèves (SEs), car le professeur Lucie s'adresse à un groupe. Cependant nous n'imaginons pas que tous les « élèves », tous les visiteurs du stand, ont et acquièrent les mêmes savoirs ou tirent les mêmes profits d'un tel atelier. D'ailleurs, nous en avons des indices indirects dans la manière dont la grand-mère « suit » les propos de Lucie, visiblement en apprenant quelque chose, qui contraste avec le désintérêt de Charlotte pour le poster et le discours associé, ainsi que sa fuite ou son attrait pour un nouveau dispositif, le chenal. Nous différencions à présent les jeux d'apprentissage de Charlotte et de sa grand-mère.

Une succession de jeux d'enseignement-apprentissage

Le jeu didactique des sables mouvants est ici composé d'une succession de jeux d'enseignement-apprentissage que nous pouvons repérer grâce aux savoirs que Lucie institue au fil de l'épisode.

Charlotte choisit de faire une pause sur le stand de l'IPR. L'*affordance*¹⁵ produite, sur la fillette, par le pot de sable et les figurines, ne correspond sans doute pas à l'usage qu'en fait Lucie. Au village des sciences, le sable et l'eau suscitent, de façon générale, l'intérêt du jeune public. Par ailleurs, dans les cas de déplacements familiaux, nous notons que le choix des visites de stands est souvent dévolu aux enfants. Les autres membres de la famille s'y conforment.

Lucie commence par annoncer l'objet dont il va être question : les sables mouvants. Elle *définit* le jeu en présentant les différents éléments du modèle analogique : la composition du sable mouvant, et les figurines en fonction de leur densité. Lucie considère que les sables mouvants sont « connus » du public, ainsi

¹⁵ Gibson (1977) définit l'*affordance* comme l'ensemble des possibilités d'action d'un objet dans l'environnement, dans une situation, en fonction de ses caractéristiques propres et de celle de l'observateur/acteur.

que le concept de *densité*. Elle considère, de façon implicite, que ces deux notions font partie d'un arrière-plan commun dans le contrat qui la lie à ses visiteurs.

Or, une *régulation* est nécessaire dès la *définition* du jeu, quand Charlotte demande une précision :

Ch : et c'est lui qui est lourd/

L : lui il est très dense c'est-à-dire qu'il a tout son poids sur un tout petit volume ((mains et coudes serrés)) alors que lui il a la densité de l'homme du coup il a son poids qui est le même que l'autre mais sur un plus grand volume ((mains et coudes écartés)) (tdp.2-3)

Nous pouvons voir là ce que Vygotski (1934/1997) nomme la reformulation d'un concept quotidien (lourd) en un concept scientifique (dense). La signification du premier est liée à l'expérience de l'enfant ; la signification du second relève d'un réseau conceptuel.

L'extrait que nous étudions est jalonné de moments (flèches rouges sur le schéma, illustration 26) où Lucie institue des éléments de savoir avec son public : d'abord avec le modèle analogique (*timeline* jaune) ; puis avec le poster (*timeline* bleue) et en référence aux résultats obtenus lors de l'expérimentation (rectangles jaunes posés sur la *timeline* bleue) ; puis en face à face (*timeline* verte) dans des transactions langagières en référence à des savoirs antérieurs (hors village des sciences) mis en relation avec ce qui vient d'être construit. Nous observons ici, de la part de Lucie, la volonté d'établir un arrière-plan commun avec son public, une volonté de partager une certaine mémoire des actions antérieures pour pouvoir construire la suite de la démonstration.

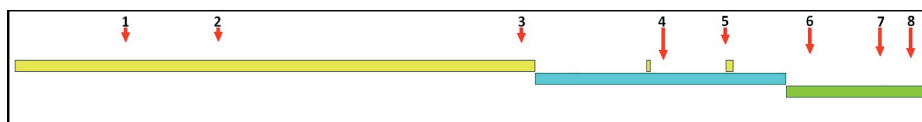
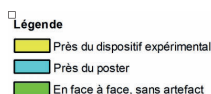


Illustration 18: Moments de formalisation d'éléments de savoirs par Lucie



Tout au long de l'expérimentation avec le modèle analogique, Lucie fixe les faits observés, institue ces faits au rang de savoirs en les validant (la numérotation correspond à celle du schéma) :

1. je les pose dessus ils tiennent sur le sable mouvant
2. si je fais vibrer le sable lui ((le petit bonhomme en plomb)) il coule\
3. il ((le grand bonhomme)) n's'enfonce plus même si je tape encore\

Le processus d'institutionnalisation se poursuit avec une démonstration devant le poster. Elle présente des éléments théoriques en s'appuyant sur les trois résultats d'expérience précédents. Ces derniers fonctionnent comme un arrière-plan désormais inclus dans le contrat didactique, un « monde commun ». Elle les désigne juste en pointant du doigt la direction du pot de sable mouvant (rectangles jaunes posés sur la *timeline* bleue). Les points 4 et 5 complètent les points 1 et 3, en opposition au point 2. Des éléments théoriques viennent expliquer et compléter les observations précédentes. Les savoirs deviennent plus denses :

4. les feuillets d'argile vont prendre une structure comme des châteaux de cartes donc si tu arrives dessus en fait tu tiens\

5. par contre si tu marches si tu piétines tu vas casser ces structures-là(.) tu vas t'enfoncer mais tu vas t'enfoncer pas complètement parce qu'en fait la densité du sable mouvant est autour de DEUX et la densité de l'homme est autour de UN\

Lucie conclut (point 6 en opposition au point 2) et complète sa démonstration en expliquant d'où viennent les savoirs qui circulent à propos des sables mouvants. Elle différencie les pratiques de savoirs dans les films de fiction (point 7) et en physique (implicitement les points 3 et 5). Elle renvoie la grand-mère à ses propres expériences des sables mouvants et de la marée (point 8), et permet ainsi de réinterroger des savoirs jusque-là peu formalisés.

6. on ne va pas se noyer comme ça juste dans les sables mouvants\

7. c'est Indiana Jones qui a inventé ça\ c'est pas physique\

8. vous pouvez vous noyer mais à cause de la marée qui remonte mais pas enfoncée dans les sables mouvants\

Nous observons comment le contrat prend appui sur deux systèmes d'attente de la part de Lucie :

- l'un est explicite : il s'appuie sur les faits institués au fil de la séance

- l'autre est implicite, et il est composé de propositions du type :

. les visiteurs connaissent les sables mouvants montrés dans les films de fictions tels que *Indiana Jones* (Spielberg 2008) ;

. ils savent que l'on peut rencontrer des sables mouvants dans la baie du Mont Saint-Michel ;

. ils croient que l'on peut être engloutis par les sables mouvants ;

. ils connaissent la notion de densité ;

. ils donnent au modèle analogique le même sens que moi : un instrument d'expérimentation ;

Les savoirs se densifient avec le processus d'institutionnalisations successives qui construisent et font évoluer le milieu. Le processus de mésogenèse se prolonge plus ou moins dans le temps selon qu'il est vécu par la grand-mère ou par Charlotte. Les éléments de contrats de l'une et l'autre permettent plus ou moins bien un « voir-comme » adéquat. D'autant plus de ressources deviennent des instruments que le contrat permet le processus de mésogenèse.

Les systèmes de ressources des transactants

Le modèle analogique et le poster sont des ressources qui n'agissent pas seules pour enseigner et comprendre le fonctionnement des sables mouvants. Alors que l'expérimentation, avec le contrôle du facteur temps, est associée à un discours qui oriente l'observation, les jeux d'enseignement-apprentissage près du poster articulent un système complexe de ressources. Le public se saisit-il des instruments développés par Lucie dans les deux situations ?

L'expérimentation avec le modèle analogique

La composante « temps » a son importance dans la phase d'utilisation du modèle analogique. Ce temps est celui de l'expérimentation : la différence de vitesse d'enfoncement des deux figurines (liée à la différence entre leurs densités) est montrée par l'expérimentation. Mais Lucie en joue aussi pour séquencer les différentes observations. Elle aménage des pauses qui ponctuent les moments forts, et les accompagne d'une gestuelle : du mouvement pour créer l'analogie du piétinement des bonshommes, et de l'immobilité avec des gestes en suspens.

Lucie pose les figurines ; elles tiennent sur le sable. Lucie arrête le mouvement de ses mains, doigts écartés pour montrer qu'elle ne touche plus au matériel.

Lucie agite le sable ; la figurine en plomb coule rapidement. Lucie pointe un doigt sur l'endroit où a disparu la première figurine.

Lucie fait durer la phase d'agitation du sable, elle change même d'outil pour le faire vibrer ; la figurine analogue à l'homme ne s'enfonce que légèrement. Elle laisse au public le temps d'observer ce phénomène, de faire ses commentaires et de sentir cette durée qui efface les doutes sur l'engloutissement possible du grand bonhomme.

Nous observons, dans cette phase d'expérimentation, un système de ressources utilisées par Lucie. Les usages du modèle analogique, du langage, de son propre corps, le contrôle du temps et de la durée sont des instruments de Lucie dans son exercice didactique. Il s'agit d'un système d'éléments matériels et symboliques que Lucie organise pour créer un milieu. Ils agissent comme des instruments pour aider le public à accéder aux savoirs visés. Le public doit faire les relations entre ces éléments, entre ces ressources. Il doit lui-même s'en saisir comme instruments. Nous parlons d'*instrumentation* quand le public développe, à partir des ressources, les connaissances attendues : la grand-mère remarque « il coule moins vite quand même » (tdp 4) : elle utilise les ressources avec la même intention que Lucie. Nous parlons d'*instrumentalisation* quand les ressources sont détournées de l'usage prévu par la physicienne. Charlotte remarque qu'« on a le temps de s'échapper » (tdp. 8) : elle saisit le facteur temps, et replace le bonhomme dans un environnement réel de sables mouvants pour le sauver de l'engloutissement. Elle change de jeu en sortant de l'expérimentation sur le modèle, et change de fins (issue et objectif) : Lucie veut montrer que le bonhomme ne peut pas s'enfoncer plus, tandis que Charlotte « sauve » le personnage avant que l'on puisse observer la stabilité de la figurine.

Nous pensons cependant que, même si l'intervention de Charlotte est en rupture avec les règles de la partie menée par Lucie, le micro-jeu « expérimenter sur le modèle analogique », elle est en avance sur le temps didactique : elle est bien dans le jeu des sables mouvants, mais la physicienne ne s'en saisit pas.

La démonstration près du poster

Lucie a recours à une gestuelle dès qu'elle perçoit que les éléments symboliques, son propre discours ou les inscriptions iconiques sur le poster, ne suffisent pas pour que le public accède au savoir. Par exemple, nous avons observé la physicienne recourir à un mime comme instrument pour exprimer la notion de différence de volumes (élément symbolique). Le mime illustre l'élément symbolique mais attire aussi l'attention.

De même, lors de sa démonstration près du poster, Lucie développe toute une gestuelle, articulée avec les inscriptions iconiques (schémas sur le poster), son discours, et les savoirs institués précédemment. Quand elle regarde Charlotte en lui disant : « si tu arrives dessus en fait tu tiens\ » (tdp. 18), les mimes de Lucie pourraient ne se référer qu'au corps de Charlotte au cas où elle se trouverait dans des sables mouvants. Nous pensons cependant que cette interpellation de Charlotte relève de deux intentions : elle est un moyen rhétorique pour remettre la fillette dans la transaction ; elle est également une synecdoque¹⁶ pour englober le corps de la fillette dans l'ensemble de tous les corps humains. L'association des gestes déictiques¹⁷ (vers le schéma puis vers le modèle analogique), du mime (stabilité du

¹⁶ Figure de style qui consiste à prendre le particulier pour le tout (synecdoque particularisante).

¹⁷ Les gestes qui permettent de pointer quelque chose (physiquement avec un doigt et/ou le regard), ou de façon plus subtile, quelque chose qui se passe ou même qui s'est passé à l'endroit pointé.

corps humain), du regard (vers Charlotte) et du discours (« tu tiens ») permet de créer par la pensée, un environnement de sables mouvants sur lequel se trouverait quelqu'un ; pas seulement Lucie qui le montre avec son propre corps, pas seulement Charlotte à qui elle s'adresse, mais n'importe quel humain dans cette situation. Après la phase de stationnement sur les sables mouvants fictifs, l'agitation de Lucie n'est pas vue comme une gesticulation de la physicienne dans le stand, mais comme les piétinements d'un humain dans les sables mouvants. Le décor a été planté précédemment. Elle a créé un espace de sable mouvant fictif, et une présence humaine dans ce lieu particulier, et chaque fois qu'elle se détache du poster (qu'elle cesse de le pointer), elle n'est plus la physicienne : elle change de décor et change de rôle, elle devient cet humain sur des sables mouvants. L'expérience n'est pas totalement imaginaire, car le geste qui pointe le modèle analogique pointe, dans le même mouvement, ce qui a été fait, vu et dit quelques instants plus tôt. Forest dit que « *si dire c'est faire, on peut ajouter ici que faire (avec son corps) c'est également dire (la relation avec le milieu)* » (2008 : 87).

DISCUSSION ET CONCLUSION

Lorsque Lucie introduit le concept scientifique de densité, elle s'engage dans un processus de sémiotique. En effet, elle déchiffre un signe d'incompréhension de Charlotte : l'utilisation du terme « lourd » par Charlotte — une instrumentalisation de la ressource symbolique (langagière) — ne semble pas adaptée. Lucie produit alors un énoncé contenant d'autres éléments symboliques (la densité vue comme une relation entre le poids et le volume), ses instruments de physicienne. Or Charlotte ne peut appréhender la densité que par rapport aux concepts quotidiens proches ou par rapport à d'autres concepts scientifiques déjà disponibles. Il est vraisemblable que les concepts de poids et de volume, et surtout leur relation contenue dans le concept de densité ne sont pas disponibles pour la fillette. La signification donnée au concept scientifique par Charlotte est probablement différente de celle que lui attribue Lucie, même si cette dernière associe un mime aux mots. Nous observons une tentative d'ajustement à autrui, et une inadéquation didactique.

La perception du temps qui passe, liée à la perception de l'immobilité du bonhomme, et orientée par les commentaires de Lucie et de la grand-mère, créent un savoir : le bonhomme analogue à l'homme a le temps de s'échapper (si l'on reproduit l'expérience dans la réalité). Charlotte sourit (Illustration 27), en produisant sa réflexion « et on a le temps de s'échapper » : ce savoir crée chez elle une « puissance d'agir » (Sensevy & Mercier 2007 : 145). Sa remarque, montre également, à travers l'usage du pronom personnel « on », que Charlotte associe l'expérimentation sur le modèle analogique, à la réalité d'un homme s'enfonçant dans des sables mouvants. Son sourire indique certainement une forme de satisfaction d'avoir mis en système ces deux éléments du milieu. Ce sentiment de gain est partagé par sa grand-mère qui sourit aussi, comme un encouragement qui valide la proposition de la fillette, même si



Illustration 27 :
« on a le temps de s'échapper » **Erreur !**
Signet non défini.

elle n'adhère que partiellement à l'idée énoncée. Lucie ne semble pas prendre en compte la remarque de Charlotte. Elle ne semble pas prendre la mesure de l'avancée des savoirs de la fillette. Elle ne semble pas reconnaître/déchiffrer la pertinence de sa remarque. La sémiotique de l'élève vers le professeur ne fonctionne pas, ici. Ceci peut traduire une certaine « cécité didactique » mais aussi un choix : en effet, Lucie, lors d'un entretien postérieur, exprime sa difficulté à prendre en compte l'hétérogénéité du public.

La grand-mère semble avoir interprété le réseau sémiotique organisé par Lucie de façon adéquate, puisqu'elle conclut d'elle-même la démonstration de la physicienne, et généralise avec le pronom impersonnel « on » : « on se noie pas dans les sables mouvants/» (tdp. 19). Lucie ne pointe alors plus le poster, et ne pointe plus le dispositif expérimental. Elle quitte l'espace fictif des sables mouvants et cesse son récit. Lucie semble avoir partagé les instruments sémiotiques, la combinaison des gestes déictiques, des gestes iconiques (mime), du discours et du schéma, avec la grand-mère qui produit, de son propre chef, la conclusion escomptée. La sémiotique est matérialisée par la satisfaction de Lucie-professeur et de la grand-mère-élève. Par contre, Charlotte ne montre aucune réaction à la fin de la démonstration. Le contraste de cette « transaction malheureuse » (entre Lucie et Charlotte) avec la « transaction heureuse » (entre Lucie et la grand-mère) est visible (Illustrations 23 et 24).

Dans ces jeux d'enseignement-apprentissage, Lucie organise la sémiotique des partenaires qui interagissent avec elle. Elle aide le déchiffrement des signes. Les instruments sémiotiques (gestes déictiques, déplacements, mimes, relations avec l'environnement matériel, regards, langage) permettent au public de voir ce qu'elle attend qu'il voie. La proxémique didactique peut être considérée comme la mise en scène didactique du système de ressources : les artefacts matériels, mais aussi le corps de Lucie qui s'immerge dans des sables mouvants fictifs, et la référence cinématographique. Une des limites de cette situation didactique est d'organiser une sémiotique adaptée à tous les joueurs. Un choix est quelquefois opéré, laissant momentanément « hors jeu » une partie des visiteurs.

Du côté du public, il y a un processus de mésogénèse. Le stand est sélectionné par un visiteur suivant un processus de reconnaissance de formes déjà-là. Ici, Charlotte identifie probablement du sable et de l'eau, et choisit d'entrer dans cet espace de « jeu ». Petit à petit, des mises en relation se font dans l'atelier, et le public peut vraiment s'appuyer sur un système de relations signifiantes qui devient le milieu. Quand ces relations ne sont plus accessibles, l'environnement permet de s'échapper et ouvre de possibles autres centres d'intérêt. Le contexte « Fête de la science » autorise le public à papillonner, changer de « jeu », en cours de partie.

Catherine GOUJON
Université Européenne de Bretagne
Université de Brest
CREAD (EA 3875)

Abstract: Our work concerns the intervention of professional scientists for general public. We study the case of a physician researcher in granular matters meeting a family group, visiting a popular scientific event (called « Fête de la science »). The scientific theme which is tackled is quick sands, with an analogue model and an explanatory poster. The study aims, in a didactic perspective, to describe the action of the scientist involved and the knowledge in question. We refer to the frames of the Joint Action Theory in Didac-

tics, and of resources systems of teachers. The central data we analyze are videos shot during the scientific event. We describe firstly the situation in everyday language. Then in a second step we introduce theoretical language to enrich the analysis. Results show that beyond material artifacts, resources like the researcher's body and non scientific references (movies) exist. The body is also a semiotic tool for orchestrating the resources system. Free-choice learning of family members is illustrated by different behaviors, because of personal interests or understanding of the situation.

Keywords : Joint Action Theory in Didactics (JATD), resources, scientific event, quick sands, sciences, free-choice, semiosis, proxemic.

Bibliographie

- Adler J. (2010) « La conceptualisation des ressources. Apports pour la formation des professeurs de mathématiques » – in : G. Gueudet et L. Trouche (éds.) *Ressources vives. Le travail documentaire des professeurs en mathématiques*. Rennes : PUR, INRP.
- Brousseau G. (1998) *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Cordier J.-P., Dessajan S. & Eidelman J. (2009) « Une culture scientifique et technique au service d'une co-construction des savoirs » — *La Lettre de l'OCIM. Musées, Patrimoine et Culture scientifiques et techniques* 126 (28-35).
<http://ocim.revues.org/209>
- Douglas M. (1999) *Comment pensent les institutions*. Paris : La Découverte.
- Ducrot O. & Todorov T. (1972) *Dictionnaire encyclopédique des sciences du langage*. Paris : Le Seuil.
- Eidelman J. & Raguet-Candito N. (2002) « L'exposition *La Différence* et sa réception en Suisse, en France et au Québec : Le visiteur comme expert, médiateur et ethnologue » – *Ethnologie Française* 32, 2 (357).
<http://www.cairn.info/revue-ethnologie-francaise-2002-2-page-357.htm>
- Falk J. H. & Dierking L. D. (2000) *Learning from Museums : Visitor Experiences and the Making of Meaning*. Walnut Creek, CA : AltaMira Press.
- Floculation (s. d.).
Consulté le 23 novembre 2014, à l'adresse
http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Sp%C3%A9cial:Citer_&page=Floculation&id=107126087
- Forest D. (2008) « Agencements didactiques : pour une analyse fonctionnelle du comportement non-verbal du professeur » – RFP 165 (77-89).
- Gibson J. J. (1977) « The Theory of Affordances » – in : R. Shaw and J. Bransford (éds.) *Perceiving, acting, and knowing : toward an ecological psychology*. Hillsdale, N.J. : New York : Lawrence Erlbaum Associates.
- Gueudet G. & Trouche L. (éds.) (2010). *Ressources vives, le travail documentaire des professeurs de mathématiques*. Rennes : PUR, INRP.
- Jonchery A. (2005) *Quand la famille vient au musée: des pratiques de visites aux logiques culturelles*. Paris : Paris, Museum national d'histoire naturelle.
<http://www.theses.fr/2005MNH0050>
- Legrand A. & Archimède (1891) « Le traité des corps flottants d'Archimède. Traduction nouvelle » – *Journal de Physique Théorique et Appliquée* 10, 1 (437-457).

- Marlot C. (2009) « Glissement de jeux d'apprentissage scientifiques et épistémologie pratique d'un professeur au CP » – *Aster* 49 (107-134).
- Pozzer-Ardenghi L. & Roth W.-M. (2009) « How do we know he is not talking about himself ? Demonstrations in Science Classroom » – *Journal of Pragmatics* 41, 4 (684-698).
- Rabardel P. (1995) *Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Armand Colin.
- Santini J. (2013) « Une étude du système de jeux de savoirs dans la théorie de l'action conjointe en didactique. Le cas de l'usage des modèles concrets en géologie au Cours Moyen » – *Éducation et Didactique* 7, 2 (69-94).
- Sensevy G. (2011) *Le Sens du Savoir. Éléments pour une théorie de l'action conjointe en didactique*. Bruxelles : De Boeck.
- Sensevy G. (2013) « Logique de l'action et film d'étude » – *Éducation & Didactique* 6, 3 (167-177).
- Sensevy G. & Mercier A. (éds.) (2007) *Agir ensemble: l'action didactique conjointe du professeur et des élèves*. Rennes : PUR.
- Spielberg S. (2008) *Indiana Jones et le royaume du crâne de cristal*. Action.
- Thixotropie (s. d.).
Consulté le 23 novembre 2014, à l'adresse
<http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Sp%C3%A9cial:Citer&page=Thixotropie&id=108838381>
- Tiberghien A., Malkoun L., Buty C., Souassy N. & Mortimer E. (2007) « Analyse des savoirs en jeu en classe de physique à différentes échelles de temps » – in : G. Sensevy et A. Mercier (éds.) *Agir ensemble: l'action didactique conjointe du professeur et des élèves* (73-98). Rennes : PUR.
- Vygotski L. S. (1934/3^e éd. 1997) *Pensée et langage* (F. Sève, trad.). Paris : La Dispute.

Annexe I : transcript de l'épisode « Lucie et les sables mouvants »

Village des sciences 2013 – Stand « Le sable dans tous ses états » — Grand public, samedi – (47 : 04 – 49 : 37)

Légende :

- Médiatrices, doctorantes en physique : Lucie, (L) et Thao (T) ;
- Public familial : Grand-mère (Gm) ; Grand-père (Gp) ; Charlotte (Ch)
- Tdp : Tour de parole ; Loc : Locuteur
- (0 : 47 : 04 . 3) Repère temporel de la caméra n° 1
- (00:00) Repère temporel de la caméra n° 2

Tdp	Loc	Production verbale ((et non verbale))
1	L	<p>(0:47:04.3) ça c'est des sables mouvants en fait\</p> <p>(00:00) Là j'ai deux petits bonhommes qui sont sur le sable mouvant\ j'en ai un qui est en plomb qui est très très lourd (.) très très dense et j'en ai un qui a une densité proche de l'homme\ (0:47:17)</p> <p>je les pose tous les deux dessus (00:10) ((Lucie tient les deux bonhommes pour les poser)) ils ont la même masse ils ont le même poids\ (00:12) ((Lucie lâche les deux bonhommes qui restent sur le sable ; elle montre en écartant les mains des objets qu'elle n'y touche plus)) je les pose dessus ils tiennent sur le sable mouvant\</p> <p>ça (00:16) ((Lucie présente le pot et son contenu)) ça reproduit un sable mouvant\ c'est un mélange d'eau (00:18) (Lucie compte les trois composants sur ses doigts)) d'argile et de sable\ (0:47:29.4)</p> <p>et donc maintenant je vais faire comme si ils marchaient sur le sable\ comme s'ils marchaient sur le sable ce qui va se passer c'est que ça va faire vibrer le sable\</p> <p>si je fais vibrer le sable lui il coule\ (00:30) ((Lucie pointe l'emplacement où se trouvait le personnage en plomb)) t'as vu\ (00:32)</p>
2	Ch	et c'est lui qui est lourd/
3	L	<p>lui il est très dense c'est-à-dire qu'il a tout son poids sur un tout petit volume ((mains et coudes serrés)) alors que lui il a la densité de l'homme du coup il a son poids qui est le même que l'autre mais sur un plus grand volume\ ((mains et coudes écartés))</p> <p>et donc si je fais vibrer aussi autour</p>
4	Gm	il coule moins vite quand même
5	L	il coule moins vite oui\ on voit qu'il coule quand même/
6	Gm	oui un petit peu ouais ((dubitative))
7	L	mais pas jusqu'au bout
8	Ch	et on a le temps de s'échapper
9	Gm	ah ça dépend de la grandeur que tu as à faire ma chérie
10	L	tu vois il va couler un petit peu mais pas complètement ((le second objet s'enfonce mais pas complètement)) (01:09) 48:17
11	T	tiens un bâton pour taper
12	L	ah oui c'est mieux en tapant/

13	T	ouais c'est plus facile
14	L	d'accord donc là il s'enfonçait un petit peu mais maintenant il n's'enfonce plus (01:20) même si je tape encore\ (0:48:30.5) et en fait ce qui se passe c'est que le sable mouvant c'est un mélange d'eau de sable et d'argile et l'argile ça se met sous la forme de feuillets (01:30) ((Lucie pointe le schéma n° 1))
15	Gm	ouais
16	L	des petits feuillets comme ça
17	Gm	d'accord
18	L	et quand on arrive à un endroit (01:33) ((les mains de Lucie miment une surface plane et solide)) ((Charlotte a décroché, elle regarde le chenal)) sur un sable mouvant qui est comme ça qui est resté depuis un moment les feuillets d'argile vont prendre une structure comme des châteaux de cartes tu vois/(01:40) ((Lucie s'adresse à Charlotte en la regardant. Charlotte relève la tête vers Lucie)) comme des petits châteaux de cartes donc si tu arrives dessus en fait tu tiens\ (01:44) ((Lucie mime une stabilité immobile)) (0:48:53.1) par contre si tu marches si tu piétines (01:45) ((Lucie piétine et gesti- cule)) tu vas casser ces structures-là (.) tu vas t'enfoncer (01:50) ((Lucie pointe avec la main droite le schéma n° 2 qui présente l'homme qui s'enlise dans les sables mouvants)) mais tu vas t'enfoncer pas complètement (01:53) ((Lucie pointe de la main gauche le pot de sable mouvant))tu vas pas t'enfoncer jusque (.) comme ça (01:55) ((mains au-dessus de la tête)) (0:49:06.2)((en regardant les adultes)) parce qu'en fait la densité du sable mou- vant est autour de DEUX (01:59) ((deux doigts levés)) ((Charlotte décroche de nouveau)) et la densité de l'homme (02:01) ((Lucie pointe le schéma n° 3 où la densité de l'homme est indiquée)) est autour de UN\ du coup ça veut dire
19	Gm	((incrédule)) on se noie pas dans les sables mouvants/
20	L	on ne va pas se noyer comme ça juste dans les sables mouvants\
21	Gm	ah non/
22	L	Non (02:08) ((doigt levé pour demander l'attention)) ça c'est pas possible\ (02:10) ((mouve- ment de recul marquant une distance avec la proposition)) c'est Indiana Jones qui a inventé ça\ c'est pas physique\ voilà\
23	Ch	et ça c'est quoi/((en pointant le chenal))
24	L	(0:49:23.0) et par contre si vous allez au Mont Saint-Michel et que vous vous en- fonchez jusqu'à un certain niveau (02:17) ((Lucie met ses mains au niveau des cuisses)) et que la marée remonte (02:19) ((mouvement des mains de l'extérieur vers elle-même))
25	Gp	ben alors là tu meurs noyée\
26	L	Là (02:20) ((doigt levé pour attirer l'attention)) vous pouvez vous noyer mais (02:21) ((rotation du doigt indiquant une alternative)) à cause de la marée qui remonte mais pas enfoncée dans les sables mouvants\ voilà\ (02:27)
27	Gm	ah d'accord OK ((Gm éclate de rire)) (0:49:35.7)